



智能涡街流量 传感器 SN53 系列 使用说明书



目 录

目 录

第一部分：概述	-2
一. 产品的种类及应用范围	-2
二. 工作原理	-2
三. 主要技术指标	-3
第二部分：仪表口径的确定和安装设计	4
一. 适用流量范围和仪表口径的确定	-4
(一) 参比条件下空气及水的流量范围	-4
(二) 确定流量范围和仪表口径的基本步骤	-4
(三) 选型举例	-6
二. 仪表的安装设计	-7
(一) 安装环境要求	-7
(二) 仪表管道安装要求	-7
(三) 仪表的外形尺寸	-8
(四) 插入式涡街流量仪表安装步骤	-9
(五) 测压点和测温点选择示意图	-10
第三部分：仪表配线设计及参数设置	11
一. 仪表信号输出类型	-11
二. 仪 表 接 线	-11
三. 防爆型涡街流量仪表配线设计	-12
四. 键盘操作概述	-13
五. 参数设置操作	-15
六. 通讯协议 (Modbus_RTU)	-17
第四部分：附录	20
附录一. 饱和水蒸气密度及铂电阻-温度对照表	
附录二. 过热蒸气密度表	

概 述

第一部分：概述

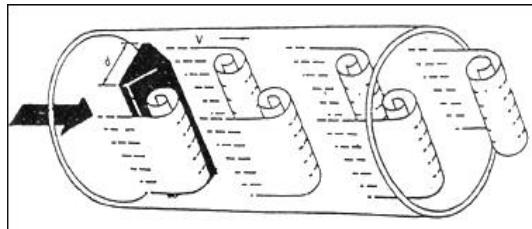
一. 产品的种类和适用范围

1. LUGB 系列满管型压电式涡街流量仪表
2. LUGB 系列插入型压电式涡街流量仪表
3. LUGE 系列满管型电容式涡街流量仪表
4. LUGE 系列插入型电容式涡街流量仪表
5. LUGB/E 系列电池供电型涡街流量仪表
6. 潜水型/分体型涡街流量仪表（协议订货）
7. 多功能曲线纪录积算仪，带 P/T 补偿功能、中文液晶显示
8. 智能流量积算仪，液晶显示

涡街流量仪表广泛适用于石油、化工、冶金、热力、纺织、造纸等行业对过热蒸汽、饱和蒸汽、压缩空气和一般气体(氧气、氮气氢气、天然气、煤气等)、水和液体(如：水、汽油、酒精、苯类等)的计量和控制。

二. 工作原理

在流体中设置非流线型旋涡发生体(阻流体)，则从旋涡发生体两侧交替地产生两列有规则的旋涡，这种旋涡称为卡曼涡街，如图(一)所示。



图(一)

旋涡列在旋涡发生体下游非对称地排列。设旋涡的发生频率为 f ，被测介质流来的平均速度为 V ，旋涡发生体迎流面宽度为 d ，表体通径为 D ，根据卡曼涡街原理，有如下关系式：

$$f=StV/d \quad \text{公式(1)}$$

式中：

f —发生体一侧产生的卡门旋涡频率

St —斯特罗哈尔数(无量纲数)

V —流体的平均流速

d —旋涡发生体的宽度

由此可见，通过测量卡门涡街分离频率便可算出瞬时流量。其中，斯特罗哈尔数(St)是无因次未知数，图(二)表示斯特罗哈尔数(St)与雷诺数(Re)的关系。

概 述

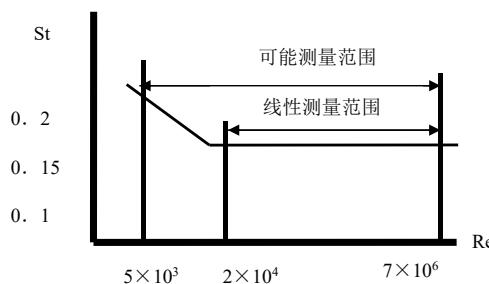


图 (二)

在曲线表中 $St = 0.17$ 的平直部分, 漩涡的释放频率与流速成正比, 即为涡街流量传感器测量范围度。只要检测出频率 f 就可以求得管内流体的流速, 由流速 V 求出体积流量。所测得的脉冲数与体积量之比, 称为仪表常数 (K), 见式 (2)

$$K = N/Q \quad (1/m^3) \quad \text{公式 (2)}$$

式中: K =仪表常数 ($1/m^3$)。

N =脉冲个数

Q =体积流量 (m^3)

三. 主要技术指标

表(一)

公称通径 (mm)	25, 40, 50, 65, 80, 100, 125, 150, 200, 250, 300, (300~1000 插入式)
公称压力 (MPa)	DN25-DN200 4.0 (>4.0 协议供货), DN250-DN300 1.6 (>1.6 协议供货)
介质温度 (°C)	压电式: -40~260, -40~320; 电容式: -40~300, -40~400, -40~450 (协议订货)
本体材料	1Cr18Ni9Ti, (其它材料协议供货)
允许振动加速度	压电式: 0.2g 电容式: 1.0~2.0g
精确度	±1%R, ±1.5%R, ±1%FS; 插入式: ±2.5%R, ±2.5%FS
范围度	1: 6~1: 30
供电电压	传感器: +12V DC, +24V DC; 变送器: +12V DC, +24V DC; 电池供电型: 3.6V 电池
输出信号	方波脉冲 (不包括电池供电型): 高电平 $\geq 5V$, 低电平 $\leq 1V$; 电流: 4~20mA
压力损失系数	符合 JB/T9249 标准 $C_d \leq 2.4$
防爆标志	本安型: Exd II ia CT2-T5 隔爆型: Exd II CT2-T5
防护等级	普通型 IP65 潜水型 IP68
环境条件	温度 -20°C~55°C, 相对湿度 5%~90%, 大气压力 86~106kPa
适用介质	气体、液体、蒸汽
传输距离	三线制脉冲输出型: $\leq 300m$, 两线制标准电流输出型 (4~20mA): 负载电阻 $\leq 750\Omega$

仪表口径的确定和安装设计

第二部分：仪表口径的确定和安装设计

仪表选型是仪表应用中非常重用的工作,仪表选型的正确与否将直接影响到仪表是否能够正常运行,因此用户和设计单位在选用本公司产品时,请仔细阅读本节资料,认真核对流体的工艺参数并随时可与我公司的销售或技术支持部门联系,以确保选型正确。

一. 适用流量范围和仪表口径的确定

仪表口径的选择,根据流量范围来确定。不同口径涡街流量仪表的测量范围是不一样的。即使同一口径流量表,用于不同介质时,它的测量范围也是不一样的。实际可测的流量范围需要通过计算确定。

(一) 参比条件下空气及水的流量范围,见表(二), 参比条件如下:

1. 气体:常温常压空气, $t=20^{\circ}\text{C}$, $P=0.1\text{MPa}$ (绝压),
 $\rho=1.205 \text{ kg/m}^3$, $v=15 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ 。
2. 液体:常温水, $t=20^{\circ}\text{C}$, $\rho=998.2\text{kg/m}^3$,
 $v=1.006 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ 。

(二) 确定流量范围和仪表口径的基本步骤:

1. 明确以下工作参数。
 - (1) 被测介质的名称、组份
 - (2) 工作状态的最小、常用、最大流量
 - (3) 介质的最低、常用、最高压力和温度
 - (4) 工作状态下介质的粘度
2. 涡街流量仪表测量的是介质的工作状态体积流量,因此应先根据工艺参数求出介质的工作状态体积流量,相关公式如下:

(1) 已知气体标准状态体积流量,可通过以下公式求出工况体积流量

$$Q_v = Q_o \times \frac{0.131025}{0.101325 + P} \times \frac{273.15 + t}{293.15} \quad \text{公式 (3)}$$

(2) 已知气体标准状态密度 ρ , 可通过以下公式求出工况密度

$$\rho = \rho_o \times \frac{0.101325 + P}{0.101325} \times \frac{293.15}{273.15 + t} \quad \text{公式 (4)}$$

(3) 已知质量流量 Q_m 换算为体积流量 Q_v

$$Q_v = Q_m \times 10^3 / \rho \quad \text{公式 (5)}$$

式中:

Q_v : 介质在工况状态下的体积流量 (m^3/h)

($Q_o=3600f/K$ K : 仪表系数)

Q_o : 介质在标准状态下的体积流量 (Nm^3/h)

Q_m : 质量流量 (t/h)

ρ : 介质在工况状态下的密度 (kg/m^3)

ρ_o : 介质在标准状态下的密度 (kg/m^3), 常用
气体介质的标准状态密度,见表(三)

P : 工况状态表压 (MPa)

t : 工况状态温度 ($^{\circ}\text{C}$)

3. 仪表下限流量的确定。涡街流量仪表的上限适用流量一般可不计算,涡街流量仪表口径的选择主要是对流量下限的计算。下限流量的计算应该满足两个条件:最小雷诺数不应低于界限雷诺数 ($Re=2 \times 10^4$);对于应力式涡街流量仪表在下限流量时产生的旋涡强度应大于传感器旋涡强度的允许值(旋涡强度与升力 ρv^2 成比例关系)。这些条件可表示如下:

由密度决定的工况可测下限流量:

$$Q_p = Q_o \times \sqrt{\rho_o / \rho} \quad \text{公式 (6)}$$

由运动粘度决定的线性下限流量:

$$Q_v = Q_o \times v / v_o \quad \text{公式 (7)}$$

式中:

Q_p : 满足旋涡强度要求的最小体积流量 (m^3/h)

ρ_o : 参比条件下介质的密度

Q_v : 满足最小雷诺数要求的最小线性体积流量 (m^3/h)

ρ : 被测介质工况密度 (kg/m^3)

Q_o : 参比条件下仪表的最小体积流量
(m^3/h)

v : 工作状态下介质的运动粘度 (m^2/s)

v_o : 参比条件下介质的运动粘度 (m^2/s)

通过公式(6)、(7)计算出 Q_p 和 Q_v , 比较 Q_p 和 Q_v , 确定流量仪表可测下限流量和线性下限流量:

$Q_o \geq Q_p$: 可测流量范围为 $Q_o \sim Q_{\max}$, 线性流量范围为 $Q_o \sim Q_{\max}$

$Q_o < Q_p$: 可测流量范围和线性流量范围为

$Q_o \sim Q_{\max}$

Q_{\max} : 涡街流量仪表的上限体积流量 (m^3/h)

4. 仪表上限流量以表(二)中的上限流量为准。气体的上限流速应该小于 70m/s , 液体的上限流速应该小于 7m/s

仪表口径的确定和安装设计

5. 当用户测量的介质为蒸汽时,常采用的计量单位是质量流量,即: t/h 或 Kg/h。由于蒸汽(过热蒸汽和饱和蒸汽)在不同温度和压力下的密度是不同的,因此蒸汽流量范围的确定可由公式(8)进行计算得出

$$Q_{\text{蒸汽}} = 1.5 Q_{\text{空气}} \times \rho \times 10^3 \times \sqrt{\rho_o / \rho} \quad \text{公式 (8)}$$

式中:

ρ : 蒸汽的密度 (kg/m³)

ρ_o : 1.205kg/m³

$Q_{\text{蒸汽}}$: 蒸汽质量流量 (t/h)

6. 计算压力损失,检测压力损失对工艺管线是否有影响,公式(单位: Pa):

$$\Delta p = Cd \rho V^2 / 2 \quad \text{公式 (9)}$$

式中:

Δp : 压力损失 (Pa) Cd : 压力损失系数

ρ : 工况介质密度 (kg/m³) V : 平均流速 (m/s)

7. 被测介质为液体时,为防止气化和气蚀,应使管道压力符合以下要求:

$$p \geq 2.7 \Delta p + 1.3 p_0 \quad \text{公式 (10)}$$

式中:

Δp : 压力损失 (Pa)

p_0 : 工作温度下液体的饱和蒸汽压 (Pa 绝压)

p : 流体的蒸汽压力 (Pa 绝压)

8. 涡街流量计不适合测量高粘度液体。当计算出的可测流量下限不满足设计工艺要求时,应该考虑选用其它类型流量计。

9. 通过计算如果有两种口径都可满足要求,为了提高测量效果、降低造价,应选用口径较小的表。应该注意的是,尽可能使常用量处在流量范围上限的 1/2~2/3

表(二)参比条件下涡街流量传感器工况流量范围表

仪表 口径 (mm)	液体			气体		
	测量范围 (m ³ /h)	输出频率范围 (Hz)	小信号	测量范围 (m ³ /h)	输出频率范围 (Hz)	小信号
20	0.8~8	33~330	10	6~30	230~1100	80
25	1.2~12	25~250	8	9~55	200~1200	70
32	2~20	20~200	6	12~120	120~1200	60
40	3~30	15~150	6	20~200	100~1000	50
50	5~50	13~130	5	30~300	80~800	40
65	8~80	9.7~97	4	50~500	60~600	30
80	12~120	7.7~77	3	80~800	50~500	25
100	20~200	6.7~67	2	120~1200	40~400	20
125	30~300	5~50	2	200~2000	35~350	20
150	40~400	3.8~38	1	300~3000	30~300	15
200	75~750	3~30	1	500~5000	20~200	10
250	110~1100	2.3~23	1	800~8000	16~160	5
300	160~1600	2.0~20	1	1100~11000	13~130	5
-300	160~1500	5.5~87	2	1560~15600	85~880	45
-400	180~3000	5.6~87	2	2750~27000	85~880	45
-500	300~4500	5.6~88	2	4300~43000	85~880	45
-600	450~6500	5.7~89	2	6100~61000	85~880	45
-800	750~10000	5.7~88	2	11000~110000	85~880	45
-1000	1200~1700	5.8~88	2	17000~170000	85~880	45
>1000	协议			协议		45

注: 表中(300)~(1000)口径为插入式

仪表口径的确定和安装设计

表(三) 常用气体介质的标准状态密度 (20℃, 绝压 P=0.1MPa)

气体名称	密度(kg/m ³)	气体名称	密度(kg/m ³)
空气(干)	1.2928	乙炔	1.1717
氮气	1.2506	乙烯	1.2604
氧气	1.4289	丙烯	1.9140
氩气	1.7840	甲烷	0.7167
氖气	0.9000	乙烷	1.3567
氦气	0.7710	丙烷	2.0050
氢气	0.08988	丁烷	2.7030
一氧化碳	1.97704	天然气	0.8280
二氧化碳	1.3401	煤制气	0.8020

(三) 选型举例:

例一: 已知气体压力和温度及标况下的流量时

某压缩空气, 标况流量范围为 $Q_N=1200-12000\text{Nm}^3/\text{h}$, 压力 $P=0.7\text{MPa}$ (表压), 温度 $t=30^\circ\text{C}$ 。试确定流量计口径。

步骤一: 计算压缩空气的工况体积流量

由公式(3):

工况使用下限体积流量为:

$$Q_{\text{vmin}}=Q_N \times 0.101325 \times (273.15+t)/293.15 / (P+0.1) = 1200 \times 0.101325 \times (273.15+30)/293.15 / (0.7 + 0.1)$$

$$= 157(\text{m}^3/\text{h})$$

工况使用流量上限为: $Q_{\text{vmax}}=1570(\text{m}^3/\text{h})$

步骤二: 根据使用工况流量范围 157-1570m³/h, 查

表(二), 满足下限流量条件的流量计为 DN80、DN100 和 DN125, 考虑到上限流量 1270m³/h 及使用效果和经济成本, 初选 DN100, DN100 流量计的工况流量范围是 100-1700m³/h, 接近使用流量范围, 初选 DN100 流量计, 但应具体核算 DN100 流量计在该工况条件下的可测下限流量。核算 DN100

流量计在该工况条件下的可测下限流量:

由公式(4)及公式(6):

$$Q_\rho = Q_o \times \sqrt{\rho_o / \rho}$$

$$= 100 \times \sqrt{\frac{0.101325 \times (273.15 + 30)}{(0.101325 + 0.7) \times 293.15}}$$

$$= 37.46(\text{m}^3/\text{h})$$

即, 流量计在该工况条件下的可测下限流量是 $37.46\text{m}^3/\text{h}$, 远小于要求的工况下限流量 $157\text{m}^3/\text{h}$, 确定选用 DN100 流量计。

5

例二: 已知蒸汽压力和温度及工况流量时

测量介质为过热蒸汽, 蒸汽温度为 320°C , 压力为 1.5MPa (绝压), 流量范围为 $3\text{t}/\text{h} \sim 25\text{t}/\text{h}$, 试确定流量计口径。

步骤一: 计算蒸汽的等效空气参比条件下的体积流量范围, 经查附表(二), 该状态下蒸汽的密度为: 5.665Kg/m^3 , 由公式(8):

$$Q_{\text{空气}} = Q_{\text{蒸汽}} \times 10^3 / 1.5 \sqrt{\rho_o / \rho}$$

$$Q_{\text{空气min}} = 3000 / 1.5 \times \sqrt{5.665 \times 1.205} = 765(\text{m}^3/\text{h})$$

$$Q_{\text{空气max}} = 6379(\text{m}^3/\text{h})$$

步骤二: 根据等效参比流量范围 $765-6379\text{m}^3/\text{h}$, 查表(二), 比较适合该流量范围为 DN200 口径。

仪表口径的确定和安装设计

二. 仪表的安装设计

仪表的正确安装是保障仪表正常运行的重要环节, 若安装不当, 轻则影响仪表的使用精度, 重则会影响仪表的使用寿命, 甚至会损坏仪表。

(一) 安装环境要求:

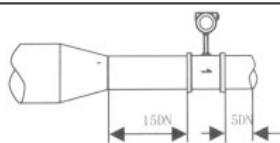
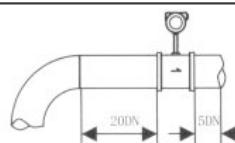
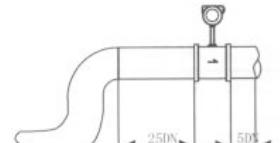
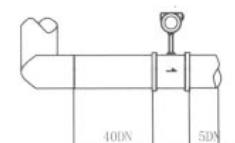
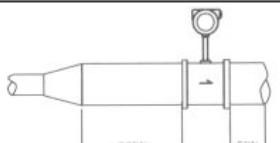
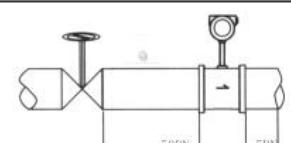
- 尽可能避开强电设备、高频设备、强开关电源设备。仪表的供电电源尽可能与这些设备分离。
- 避开高温热源和辐射源的直接影响。若必须安装, 须有隔热通风措施。
- 避开高湿环境和强腐蚀气体环境。若必须安装, 须有通风措施。
- 涡街流量仪表应尽量避免安装在振动较强的管道上。若必须安装, 须在其上下游 2D 处加设管道紧固装置, 并加防振垫, 加强抗振效果。
- 仪表最好安装在室内, 安装在室外应注意防水, 特别注意在电气接口处应将电缆线弯成 U 形, 避免水顺着电缆线进入放大器壳内。
- 仪表安装点周围应该留有较充裕的空间, 以便安装接线和定期维护。

(二) 仪表管道安装要求:

- 涡街流量仪表对安装点的上下游直管段有一定要求, 否则会影响介质在管道中的流场, 影响仪表的测量精度。仪表的上下游直管段长度要求见图(三)

DN 为仪表工称口径

单位:mm

传感器上游 管道型式	前后直管段长度	传感器上游 管道型式	前后直管段长度
同心收缩 全开阀门		一个 90 度 弯头	
同一平面两 个 90 度弯头		不同平面两 个 90 度弯头	
同心扩管		调节阀半开 阀门(不推荐)	

图(三)

注:调节阀尽可能不安装在涡街流量仪表的上游,而应安装在涡街流量仪表的下游 10D 处。

- 上、下游配管内径应相同。如有差异, 则配管内径 D_p 与涡街仪表表体内径 D_b , 应满足以下关系

$$0.98D_b \leq D_p \leq 1.05D_b$$

上、下游配管应与流量仪表表体内径同心, 它们之间的不同轴度应小于 0.05D_b

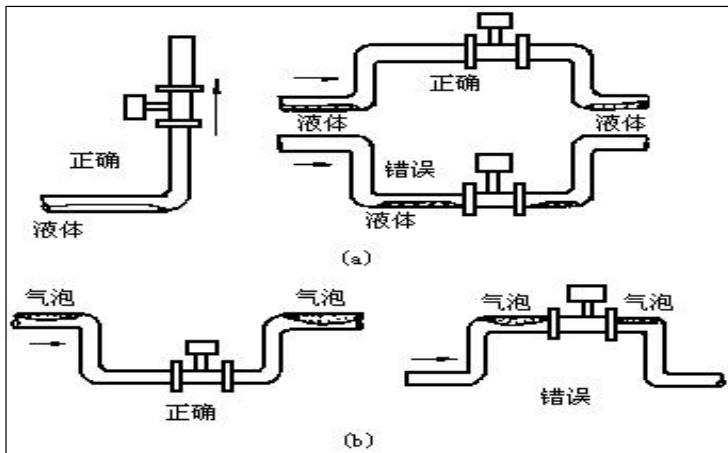
- 仪表与法兰之间的密封垫, 在安装时不能凸入管内, 其内径应比表体内径大 1-2mm

测压孔和测温孔的安装设计。被测管道需要安装温度和压力变送器时, 测压孔应设置在下游 3-5D

- 处, 测温孔应设置在下游 6-8D 处, 见图 (七)。D 为仪表工称口径, 单位: mm

仪表口径的确定和安装设计

5. 仪表在管道上可以水平、垂直或倾斜安装。
6. 测量气体时，在垂直管道安装仪表，气体流向不限。但若管道内含少量液体，为了防止液体进入仪表测量管，气流应自下而上流动，如图（四）a 所示
7. 测量液体时，为了保证管内充满液体，所以在垂直或倾斜管道安装仪表时，应该保证液体流动方向从下而上。若管道内含少量气体，为了防止气体进入仪表测量管，仪表应安装在管线的较低处如图（四）b 所示

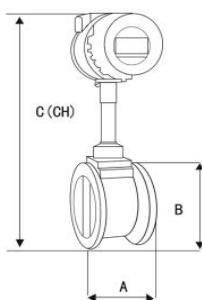


图（四）

8. 测量高温、低温介质时，应注意保温措施。转换器内部（表头壳体内）高温一般不应超过 70℃；低温易使转换器内部出现凝露，降低印制电路板的绝缘阻抗，影响仪表正常工作。

（三）仪表的安装外形尺寸：见图（五）、图（六）、图（七）

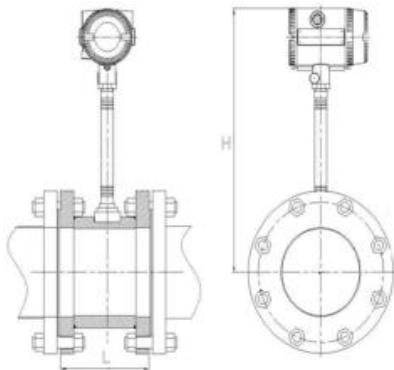
法兰卡装式涡街仪表安装



口径	A	B	C	C _H
15~32	70(87)	55	381	441
40	85	80	381	441
50	85	90	391	451
65	85	105	405	465
80	85	120	420	480
100	85	140	440	500
125	90	168	465	525
150	102	192	492	552
200	102	248	548	608
250	115	300	605	665
300	130	350	651	711

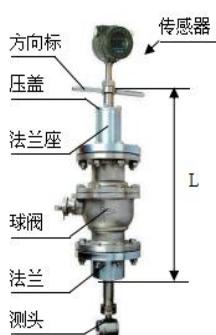
图（五）

仪表口径的确定和安装设计



口径 DN	表体 长度 L	表体 高度 H	法兰 厚度
25	160	352	16
32	160	352	18
40	180	345	18
50	180	350	19
65	180	358	20
80	180	365	20
100	200	375	22
125	200	390	22
150	200	405	24
200	200	430	26
250	250	455	28

图 (六)



口径 (mm)	L(mm)
DN250	60.5
DN300	58
DN400	65.5
DN500	60.5
DN600	55.5
DN800-2000	45.5

图 (七)

(四) 插入式涡街流量仪表安装步骤:

1. 在管道上用气焊开一个略小于 $\phi 100\text{mm}$ 的孔，并把圆孔周围毛刺清除干净，以保证测头旋转流利。
2. 管道孔处焊上厂家提供的法兰，要求法兰轴线与管道轴线垂直。
3. 将球阀及传感器安装在焊接好的法兰上。
4. 调节丝杠，使插入深度符合要求（保证测头中心轴线和管道中心轴线重合），流体流向必须与方向标上的指示箭头保持一致。
5. 均匀拧紧压盖上的螺丝。（注：压盖的松紧程度决定仪表的密封程度和丝杠能否旋动）
6. 检查各环节是否完成好，慢慢打开阀门观察是否有泄漏（需特别注意人身安全）若有泄露请重复步骤 5、

仪表口径的确定和安装设计

(五) 测压点和测温点选择示意图

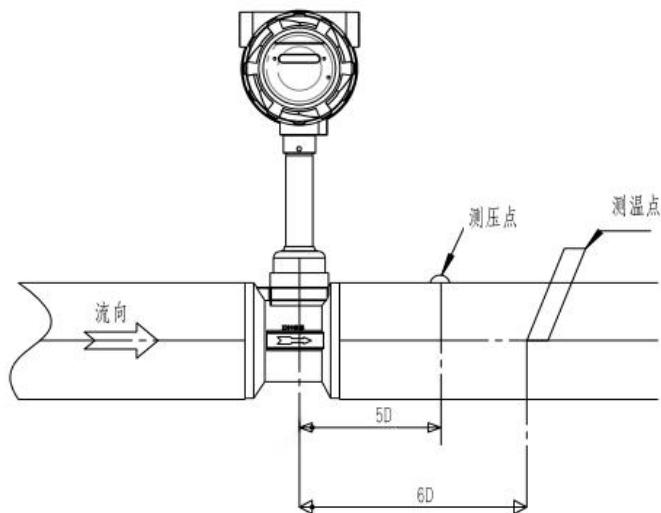


图 (八)

仪表配线设计及参数设置

第三部分：仪表配线设计及参数设置

一、仪表信号输出类型

按仪表输出信号，仪表分三种型号

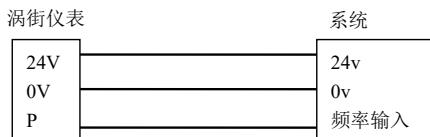
- | | |
|----------------------------|------|
| 1、双供电（电池和 24V）+脉冲信号输出 | I型 |
| 2、24V 供电+两线 4~20mA 输出+脉冲输出 | II型 |
| 3、双供电（电池和 24V）+两线电流输出+脉冲输出 | III型 |
| 4、485 输出+脉冲输出 | IV型 |
| 5、485 输出+电流输出+脉冲输出 | V型 |
| 6、双供电+485 输出+电流输出+脉冲输出 | VI型 |

二、仪表接线

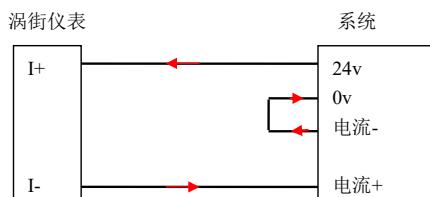
1、电池供电

仪表供电时把后盖拧开，把电池开关拨到“开”状态。

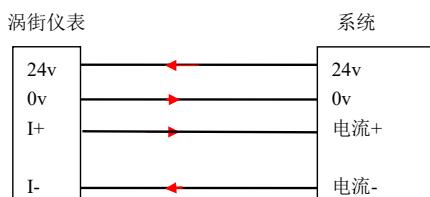
2、脉冲输出信号接线（非定标输出/定标输出/频率输出）



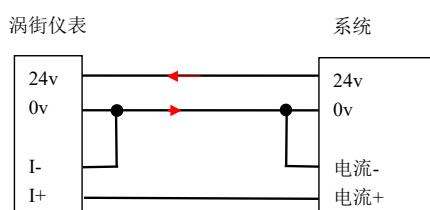
3、两线 4~20mA 电流输出信号接线



4、四线 4~20mA 电流输出信号接线（485 一体型）

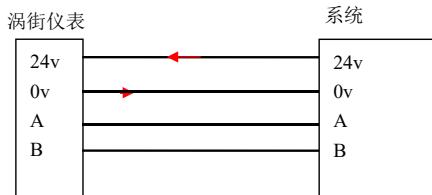


5、三线 4~20mA 电流输出信号接线（485 一体型）



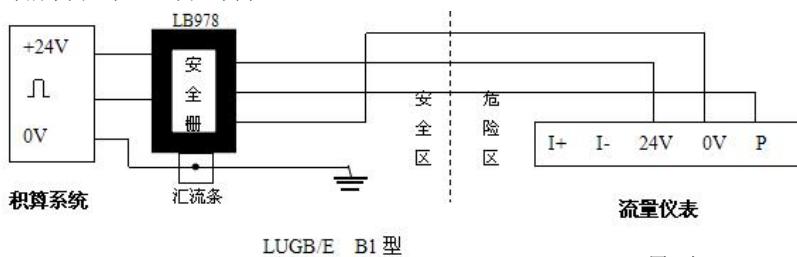
仪表配线设计及参数设置

6、485输出信号接线

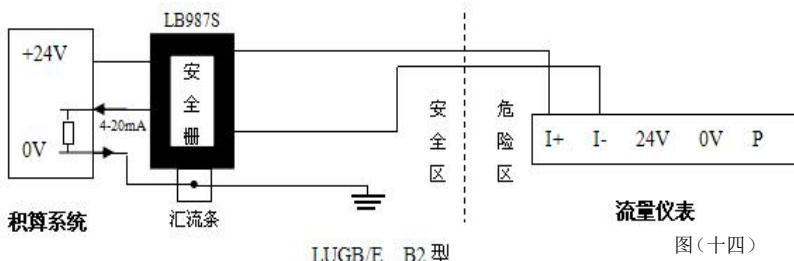


三、防爆型涡街流量仪表配线设计

LUGB/E 三线制脉冲输出型涡街流量仪表与 LB978 齐纳安全栅相连、LUGB/E 两线制标准 4~20mA 电流输出型涡街流量仪表与 LB987S 齐纳安全栅相连可构成本质安全型防爆系统，产品防爆标志为 Ex ia I CT2-T5。本安防爆型涡街流量传感器/变送器与防爆安全栅和积算系统等关联设备的接线请参看防爆安全栅厂家提供的接线说明和以下所示图（十三），图（十四）。



图(十三)



图(十四)

注意事项：

- (1) 防爆型传感器和变送器安装于危险场所，安全栅、显示仪表、供电电源，计算机等关联设备必须安装在安全场所。
- (2) 传感器和变送器应有可靠接地，防爆地线不得与强电系统保护接地共用。

仪表配线设计及参数设置

四、键盘操作概述

1、键盘说明

键值	运行模式	设置模式
	进入设置模式	菜单模式: 进入选择菜单 数字模式: 数值保存退出 内容模式: 内容保存退出
	---	菜单模式: 翻页 数字模式: 移位 校准模式: 校准启动
	切换主副界面	菜单模式: 选择菜单 数字模式: 数字调整/符号切换 内容模式: 选择内容
	---	菜单模式: 退出本级菜单 数字模式: 不保存退出 内容模式: 不保存退出

注: 数字调整包含小数点

2、工作模式界面:

流量 1 2 3. 4 5 6 t/h
温度 1 2 3. 4 ℃
压力 0. 1 2 3 MPaG
累积 123456.78 t

流速 7.2 m/s
频率 1 2 3. 4 Hz
密度 1. 2 3 4 Kg/m³
电流 4.221 mA

主显界面 (一)

辅显界面

流量
1 2 3. 4 5 6 t/h
累积
123456.78 t

密码输入
0 0 0 0 0

主显界面 (二)

密码界面

3、设置模式界面:

流体设置
流体类型 ▼
测量类型
测量单位

满度流量 Nm³/h
600.00

菜单模式

数字模式

脉冲信号
定标输出

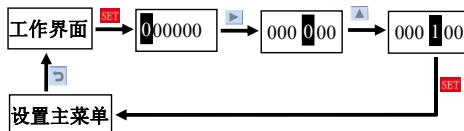
参数设置
流体设置 ▼
运行参数
信号输出

内容模式

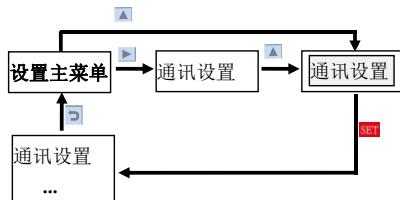
设置主菜单

4、键盘基本操作

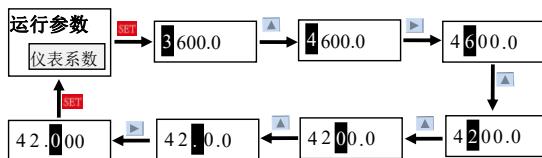
- **密码输入:** 出厂默认密码为 000100



- **菜单模式:** 进入“通讯设置”菜单



- **数字模式:** 设置“仪表系数”为 42.0



- **内容模式:** 通讯设置“校验—偶校验”



- 在**设置主菜单**界面按 键退出参数设置状态，返回**工作界面**；
在参数设置状态，若无操作，则 5 分钟后自动退到**工作界面**。

- **工作状态画面切换**

在工作状态，按 键可以在**主显界面**和**幅显界面**之间进行切换。切换到**幅显界面**，若无操作，则在 5 分钟后系统自动返回到**主显界面**。

仪表配线设计及参数设置

五、参数设置操作

1、菜单参数一览表

表 (一)

基础菜单	一级菜单	内容或参数
流体设置	流体类型	气体/液体/蒸汽
	测量类型	质量/工况/标况
	流体单位	t/kg/g/m ³ /L/cm ³ /Nm ³ /NL/Ncm ³
	时间单位	h/m/s/
	补偿模式	气体温压/定值补偿/过热汽温压/饱和汽温度/饱和汽压力
运行参数	满度流量	浮点数
	仪表系数	浮点数
	信号切除	浮点数
	工况密度	浮点数
	标况密度	浮点数
	脉冲当量	浮点数
	满度频率	浮点数
	流量系数	浮点数, 默认 1.0
	饱和干度	浮点数, 默认 1.0
	标况温度	浮点数, 默认 20°C
	本地气压	浮点数, 默认 1013.25kPa
	工况压缩系数	浮点数, 默认 1.0
	标况压缩系数	浮点数, 默认 1.0

续表 (一)

信号输出	脉冲信号	关闭/非定标输出/定标输出 /频率输出
	电流信号	启用/关闭
	通讯信号	启用/关闭
温度设置	传感器	启用/关闭
	单 位	°C/°F
	设 定 值	浮点数
压力设置	传感器	启用/关闭
	单 位	MPa/kPa/Pa
	设 定 值	浮点数
通讯设置	机 号	参数 1~255, 默认 01
	校 验	偶校验/奇校验/不校验 I /不校验 II, 默认“不校验 I”
	波 特 率	2400/4800/9600/19200, 默认 9600
	延 时	整型数 单位 ms 默认 000, 不建议修改
仪表设置	语 言	中文/英文
	主 显 界 面	界面 I /界面 II
	辐 显 单 位	m/s, m ³ /h
	标 称 口 径	整型数
	累 积 清 零	关闭/启用
	工 频 抑 制	关闭/启用
	信 号 处 理	标准模式/抗振模式 I /抗振模式 II /抗振模式 III /抗振模式 IV
	背 光 控 制	关闭/自动/启用
	调 对 比 度	整型数 55~65
	阻 尼 时 间	整型数 1~64s
	密 码 设置	密 码

仪表配线设计及参数设置

六、通讯协议(Modbus_RTU)

1、本仪表使用了 MODBUS 协议中 1 条指令：

命令 03	读单个或多个保持寄存器
-------	-------------

2、 数据格式

协议中浮点数为单精度浮点数，其格式符合 IEEE754 标准，编码顺序为 3412，即先发送低字，后发送高字。

3、协议内容

属性	Modbus 地址	物理地址	寄存器长度	数据类型	说明
R	40001-2	0x00	2	SINGLE	介质温度(℃)
R	40003-4	0x02	2	SINGLE	介质压力，同仪表设置
R	40005-6	0x04	2	SINGLE	传感器频率 (Hz)
R	40007-8	0x06	2	SINGLE	瞬时流量
R	40009-10	0x08	2	SINGLE	累计流量的百位以上
R	40011-12	0x0A	2	SINGLE	累计流量的百位以下
R	40013-14	0x0C	2	SINGLE	流速
R	40015-16	0x0E	2	SINGLE	密度
R	40017-18	0x10	2	SINGLE	工况
R	40019-20	0x12	2	SINGLE	瞬时+累积单位
R	40021	0x13	1	USHORT	压力+温度单位

注：

(1) 累积流量=累积量百位以上 $\times 100$ +累积量百位以下

仪表默认设置：机号-1；波特率-9600；奇偶校验-“不校验”（1 个停止位）

(2) 异常码含义：

“01” - 功能码错误，本协议功能码为 0x03

“02” - 寄存器物理地址错误， $0 \leq$ 起始物理地址+寄存器数量 ≤ 22

“03” - 寄存器数量错误， $0 \leq$ 寄存器数量 ≤ 22

4、单位编码(十六进制)

瞬时流量单位编码：

质 量	0x00	0x01	0x02	0x03	0x04	0x05	0x06	0x87	0x08
	t/h	kg/h	g/h	t/m	kg/m	g/m	t/s	kg/s	g/s
工 况	0x40	0x41	0x42	0x43	0x44	0x45	0x46	0x87	0x48
	m^3/h	L/h	cm^3/h	m^3/m	L/m	cm^3/m	m^3/s	L/s	cm^3/s
标 况	0x80	0x81	0x82	0x83	0x84	0x85	0x86	0x87	0x88
	Nm^3/h	NL/h	Ncm^3/h	Nm^3/m	NL/m	Ncm^3/m	Nm^3/s	NL/s	Ncm^3/s

仪表配线设计及参数设置

累积流量单位编码：

质量	0x00	0x01	0x02
	t	kg	g
工况	0x40	0x41	0x42
	m^3	L	cm^3
标况	0x80	0x81	0x82
	Nm^3	NL	Ncm^3

温度单位编码：

温度	0x00	0x01
	$^{\circ}C$	$^{\circ}F$

压力单位编码：

压 力 单 位	0x00	0x01	0x02
	MPa	kPa	Pa

5、应用举例：读温度和压力

上位机请求		设备响应	
字段名	(十六进制)	字段名	(十六进制)
设备ID(机号)	01	设备ID(机号)	01
功能码	03	功能码	03
起始地址Hi	00	字节数	08
起始地址Lo	00	寄存器值1Hi	00
寄存器数量Hi	00	寄存器值1Lo	00
寄存器数量Lo	04	寄存器值2Hi	43
CRC低位	44	寄存器值2Lo	34
CRC高位	09	寄存器值3Hi	00
		寄存器值3Lo	00
		寄存器值4Hi	3f
		寄存器值4Lo	00
		CRC低位	3b
* 字节数 = 寄存器数量×2		CRC高位	10

上位机请求：01 03 00 00 00 04 44 09

设备响应： 01 03 08 00 00 43 34 00 00 3f 00 3b 10

注：

00004334 为温度数据浮点数，根据协议解码顺序为 43340000，翻译为十进制浮点数为 180

同上，00003f00 翻译为十进制浮点数为 0.5

仪表配线设计及参数设置

6、放大板波段开关调整参照表

RG=1-F 调放大器增益, 由 1 至 F 依次增大 (常用 4-8); RS=1-F 调触发灵敏度, 由 1 至 F 依次提高 (常用 4-8)

不同口径和介质开关选择参见附表。并根据实际信号先调整 K2 和 K3 扩展频带, 必要时调整 K1 电荷放大器增益

液体

ON 表示波段开关选择状态

口径 mm	K1								K2								K3								
	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	
15				ON							ON														
20			ON			ON					ON								ON	ON	ON				
25			ON			ON					ON														
32			ON			ON					ON														
40			ON			ON					ON														
50	ON		ON	ON		ON					ON														
65			ON			ON					ON	ON													
80	ON		ON	ON		ON							ON												
100		ON	ON			ON	ON						ON												
125		ON	ON			ON	ON						ON												
150		ON	ON			ON	ON						ON												
200		ON	ON			ON	ON						ON												
250		ON	ON			ON	ON						ON	ON											
300		ON	ON			ON	ON						ON	ON											
插入式	ON		ON	ON		ON							ON												

备注 全四氟表测液体, 不论口径大小 K1 48 K2 K3 对应相应口径。

气体

ON 表示波段开关选择状态

口径 mm	K1								K2								K3																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8										
20	ON	ON			ON	ON			ON									ON																
25	ON	ON			ON	ON			ON									ON																
40	ON		ON	ON		ON			ON									ON																
50	ON		ON	ON		ON			ON										ON															
80	ON		ON	ON		ON				ON								ON		ON														
100	ON		ON	ON		ON				ON								ON	ON	ON														
125	ON		ON	ON		ON					ON							ON	ON	ON														
150	ON		ON	ON		ON						ON																						
200		ON				ON						ON							ON	ON	ON													
250		ON				ON						ON							ON	ON	ON													
300		ON				ON						ON							ON	ON	ON													
350		ON				ON						ON								ON	ON													
400		ON				ON							ON																					
450		ON				ON								ON																				
500		ON				ON								ON																				
600		ON				ON								ON																				
插入式	ON		ON		ON	ON			ON																									

蒸汽

ON 表示波段开关选择状态

口径 mm	K1								K2								K3																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8													
20	ON	ON			ON	ON			ON									ON																			
25	ON	ON			ON	ON			ON									ON																			
40	ON		ON	ON		ON				ON								ON																			
50	ON		ON	ON		ON				ON									ON																		
80	ON		ON	ON		ON					ON								ON	ON																	
100	ON		ON	ON		ON						ON							ON	ON																	
125	ON		ON	ON		ON							ON							ON																	
150	ON		ON	ON		ON							ON																								
200		ON				ON							ON							ON	ON	ON															
250		ON				ON							ON							ON	ON	ON															
300		ON				ON							ON							ON	ON	ON															
插入式	ON		ON		ON	ON			ON											ON																	

以上表值仅供参考, 实际使用中因液体粘度和气体密度不同应在此值附近调整, 频率低时可将 K3 向大口径方向调一至三档。

频率高时可将 K2 向小口径方向调一至三档。

第五部分：附录

附录一

分度号: Pt100

R0=100.00 Ω

压力为绝对压力

温度 ℃	压力 bar	密度 kg/m ³	铂电阻 Ω	温度 ℃	压力 bar	密度 kg/m ³	铂电阻 Ω	温度 ℃	压力 bar	密度 kg/m ³	铂电阻 Ω
100	1.1033	0.5997	138.50	138	3.414	1.864	152.83	176	9.137	4.723	166.98
101	1.0500	0.6108	138.88	139	3.513	1.915	153.20	177	9.353	4.829	167.35
102	1.0878	0.6388	139.26	140	3.614	1.967	153.58	178	9.574	4.937	167.72
103	1.1267	0.6601	139.64	141	3.717	2.019	153.95	179	9.798	5.048	168.09
104	1.1668	0.6321	140.02	142	3.823	2.073	154.32	180	10.027	5.160	168.46
105	1.2080	0.7046	140.39	143	3.931	2.129	154.70	181	10.259	5.274	168.83
106	1.2504	0.7277	140.77	144	4.042	2.185	155.07	182	10.496	5.391	169.20
107	1.2941	0.7515	141.15	145	4.155	2.242	155.45	183	10.738	5.509	169.57
108	1.3390	0.7758	141.53	146	4.271	2.301	155.82	184	10.983	5.629	169.94
109	1.3852	0.8008	141.91	147	4.398	2.361	156.19	185	11.233	5.752	170.31
110	1.4327	0.8265	142.29	148	4.510	2.422	156.57	186	11.488	5.877	170.68
111	1.4815	0.8528	142.66	149	4.634	2.484	156.94	187	11.747	6.003	171.05
112	1.5316	0.8798	143.04	150	4.760	2.584	157.31	188	12.010	6.132	171.42
113	1.5832	0.9075	143.42	151	4.889	2.613	157.69	189	12.278	6.264	171.79
114	1.6362	0.9359	143.80	152	5.021	2.679	158.06	190	12.551	6.397	172.16
115	1.6906	0.9650	144.17	153	5.155	2.747	158.43	191	12.829	6.533	172.53
116	1.7465	0.9948	144.55	154	5.293	2.816	158.81	192	13.111	6.671	172.90
117	1.8039	1.025	144.93	155	5.433	2.886	159.18	193	13.398	6.812	173.26
118	1.8628	1.057	145.31	156	5.577	2.958	159.55	194	13.690	6.955	173.63
119	1.9233	1.089	145.68	157	5.732	3.032	159.93	195	13.987	7.100	174.00
120	1.9854	1.122	146.06	158	5.872	3.106	160.30	196	14.298	7.248	174.37
121	2.0492	1.155	146.44	159	6.025	3.182	160.67	197	14.596	7.398	174.74
122	2.1145	1.190	146.81	160	6.181	3.260	161.04	198	14.909	7.551	175.10
123	2.1816	1.225	147.19	161	6.339	3.339	161.42	199	15.226	7.706	175.47
124	2.2504	1.261	147.57	162	6.502	3.420	161.79	200	15.549	7.864	175.84
125	2.3210	1.298	147.94	163	6.667	3.502	162.16	201	15.877	8.025	176.21
126	2.3933	1.336	148.32	164	6.836	3.586	162.53	202	16.210	8.188	176.57
127	2.4675	1.375	148.70	165	7.008	3.671	162.90	203	16.549	8.354	176.94
128	2.5435	1.415	149.07	166	7.183	3.758	163.27	204	16.893	8.522	177.31
129	2.6215	1.455	149.45	167	7.362	3.847	163.65	205	17.243	8.694	177.68
130	2.7013	1.497	149.82	168	7.545	3.937	164.02	206	17.598	8.868	178.04
131	2.7831	1.539	150.20	169	7.731	4.029	164.39	207	17.959	9.045	178.41
132	2.8670	1.583	150.57	170	7.920	4.123	164.76	208	18.326	9.225	178.78
133	2.9528	1.627	150.95	171	8.114	4.218	165.13	209	18.699	9.408	179.14
134	3.0410	1.672	151.33	172	8.311	4.316	165.50	210	19.077	9.593	179.51
135	3.1310	1.719	151.70	173	8.511	4.415	165.87	211	19.462	9.782	179.88
136	3.2230	1.766	152.08	174	8.716	4.515	166.24	212	19.852	9.974	180.24
137	3.3170	1.815	152.45	175	8.924	4.618	166.61	213	20.249	10.17	180.61

饱和水蒸气密度及铂电阻-温度对照表

续附录一

分度号: Pt100				R0=100.00 Ω 压力为绝对压力							
温度	压力	密度	铂电阻	温度	压力	密度	铂电阻	温度	压力	密度	铂电阻
℃	bar	kg/m³	Ω	℃	bar	kg/m³	Ω	℃	bar	kg/m³	Ω
214	20.651	10.37	180.97	252	41.138	20.69	194.80	290	74.46	39.16	208.45
215	21.060	10.57	181.34	253	41.831	21.05	195.16	291	75.55	39.81	208.81
216	21.475	10.77	181.71	254	42.534	21.42	195.52	292	76.65	40.48	209.17
217	21.869	10.98	182.07	255	43.246	21.79	195.88	293	77.77	41.15	209.52
218	22.324	11.19	182.44	256	43.967	22.17	196.24	294	78.90	41.83	209.88
219	22.758	11.41	182.80	257	44.697	22.55	196.60	295	80.04	42.53	210.24
220	23.198	11.62	183.17	258	45.437	22.94	196.96	296	81.19	43.24	210.59
221	23.645	11.84	183.53	259	46.185	23.33	197.33	297	82.36	43.96	210.95
222	24.099	12.07	183.90	260	46.943	23.73	197.69	298	83.53	44.69	211.31
223	24.560	12.30	184.26	261	47.711	24.14	198.05	299	84.72	45.43	211.66
224	25.027	12.53	184.63	262	48.488	24.55	198.41	300	85.93	46.19	212.02
225	25.501	12.76	184.99	263	49.275	24.97	198.77	301	87.12	46.96	212.37
226	25.982	13.00	185.36	264	50.071	25.40	199.13	302	88.37	47.75	212.73
227	26.470	13.24	185.72	265	50.877	25.83	199.49	303	89.62	48.54	213.09
228	26.965	13.49	186.09	266	51.693	26.27	199.85	304	90.87	49.36	213.44
229	27.467	13.74	186.45	267	52.519	26.72	200.21	305	92.14	50.18	213.80
230	27.976	14.00	186.82	268	53.356	27.17	200.57	306	93.43	51.02	214.15
231	28.493	14.25	187.18	269	54.202	27.63	200.93	307	94.73	51.88	214.51
232	29.016	14.52	187.54	270	55.058	28.10	201.29	308	96.04	52.75	214.86
233	29.547	14.78	187.91	271	55.925	28.57	201.65	309	97.36	53.64	215.22
234	30.086	15.05	188.27	272	56.802	29.06	202.01	310	98.70	54.54	215.57
235	30.632	15.33	188.63	273	57.689	29.55	202.36	311	100.01	55.47	215.93
236	31.186	15.61	189.00	274	58.587	30.04	202.72	312	100.14	56.40	216.28
237	31.747	15.89	189.36	275	59.496	30.55	203.08	313	100.28	57.36	216.64
238	32.317	16.18	189.72	276	60.415	31.06	203.44	314	100.42	58.33	216.99
239	32.893	16.47	190.09	277	61.346	31.58	203.80	315	100.56	59.33	217.35
240	33.478	16.76	190.45	278	62.287	32.11	204.16	316	100.70	60.34	217.70
241	34.071	17.06	190.81	279	63.239	32.65	204.52	317	100.85	61.37	218.05
242	34.672	17.37	191.18	280	64.202	33.19	204.88	318	100.99	62.43	218.41
243	35.281	17.68	191.54	281	65.176	33.75	205.23	319	101.14	63.50	218.76
244	35.898	17.99	191.90	282	66.162	34.31	205.59	320	101.29	64.60	219.12
245	36.523	18.31	192.26	283	67.158	34.88	205.95	325	102.06	70.45	220.88
246	37.157	18.64	192.63	284	68.167	35.47	206.31	330	102.86	76.99	222.65
247	37.799	18.97	192.99	285	69.186	36.06	206.67	335	103.71	84.36	224.41
248	38.449	19.30	193.35	286	70.218	36.66	207.02	340	104.61	92.76	226.17
249	39.108	19.64	193.71	287	71.261	37.27	207.38	345	105.55	102.4	227.92
250	39.776	19.99	194.07	288	72.315	37.89	207.74	350	106.54	113.6	229.67
251	40.452	20.36	194.44	289	73.382	38.52	208.10	355	107.58	127.2	231.42

饱和水蒸气密度及铂电阻-温度对照表

附录二

绝对压力 p/MPa	温度 t(℃)										
	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240
0.20	1.070	1.042	1.016	0.992	0.969	0.947	0.926	0.906	0.887	0.868	0.851
0.30	1.622	1.578	1.537	1.499	1.463	1.428	1.396	1.365	1.336	1.308	1.281
0.40	-	2.127	2.067	2.014	1.964	1.916	1.872	1.829	1.789	1.751	1.715
0.50	-	-	2.608	2.538	2.472	2.411	2.353	2.299	2.247	2.198	2.152
0.55	-	-	2.882	2.803	2.729	2.661	2.596	2.535	2.478	2.424	2.372
0.60	-	-	3.159	3.071	2.989	2.912	2.841	2.773	2.710	2.650	2.593
0.65	-	-	-	3.341	3.250	3.165	3.087	3.013	2.943	2.877	2.815
0.70	-	-	-	3.614	3.514	3.421	3.334	3.253	3.117	3.105	3.037
0.75	-	-	-	3.889	3.779	3.678	3.584	3.495	3.413	3.335	3.261
0.80	-	-	-	-	4.048	3.937	3.835	3.739	3.649	3.565	3.486
0.85	-	-	-	-	4.318	4.198	4.087	3.984	3.887	3.797	3.711
0.90	-	-	-	-	4.591	4.461	4.342	4.231	4.127	4.030	3.938
1.00	-	-	-	-	5.145	4.995	4.856	4.729	4.610	4.499	4.395
1.10	-	-	-	-	-	5.537	5.379	5.233	5.098	4.973	4.855
1.20	-	-	-	-	-	6.089	5.909	5.744	5.593	5.452	5.321
1.30	-	-	-	-	-	-	6.448	6.263	6.093	5.936	5.790
1.40	-	-	-	-	-	-	6.996	6.789	6.600	6.426	6.265
1.50	-	-	-	-	-	-	7.554	7.324	7.114	6.922	6.744
1.60	-	-	-	-	-	-	-	7.867	7.635	7.424	7.229
1.70	-	-	-	-	-	-	-	8.418	8.163	7.931	7.719
1.80	-	-	-	-	-	-	-	8.978	8.699	8.446	8.214
1.90	-	-	-	-	-	-	-	9.548	9.243	8.967	8.715
2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	9.795	9.495	9.222
2.10	-	-	-	-	-	-	-	-	10.36	10.03	9.735
2.20	-	-	-	-	-	-	-	-	10.93	10.57	10.25
2.30	-	-	-	-	-	-	-	-	11.51	11.12	10.78
2.40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.68	11.31
2.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.25	11.85
2.60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.83	12.40
2.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13.41	12.96
2.80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13.52
2.90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14.09
3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14.67
3.10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15.26
3.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15.86
3.30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16.47
3.40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

过热蒸气密度表 (Kg/m³)

续附表二

绝对压力 p/MPa	温度 t(℃)										
	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350
0.20	0.834	0.818	0.803	0.788	0.774	0.760	0.747	0.734	0.721	0.709	0.698
0.30	1.256	1.230	1.208	1.185	1.163	1.142	1.122	1.103	1.084	1.066	1.049
0.40	1.680	1.647	1.615	1.585	1.555	1.527	1.500	1.474	1.449	1.424	1.401
0.50	2.108	2.066	2.025	1.986	1.949	1.914	1.879	1.846	1.814	1.784	1.754
0.55	2.323	2.276	2.231	2.188	2.147	2.108	2.070	2.033	1.998	1.964	1.931
0.60	2.539	2.487	2.438	2.391	2.345	2.302	2.260	2.220	2.182	2.145	2.109
0.65	2.755	2.699	2.696	2.594	2.544	2.497	2.452	2.408	2.366	2.326	2.287
0.70	2.973	2.912	2.853	2.797	2.744	2.693	2.643	2.596	2.551	2.507	2.465
0.75	3.191	3.125	3.062	3.001	2.994	2.889	2.836	2.785	2.736	2.689	2.643
0.80	3.411	3.339	3.271	3.206	3.144	3.085	3.028	2.974	2.921	2.871	2.822
0.85	3.631	3.554	3.481	3.412	3.345	3.282	3.221	3.163	3.107	3.053	3.001
0.90	3.852	3.770	3.692	3.618	3.547	3.480	3.415	3.353	3.293	3.236	3.181
1.00	4.296	4.204	4.116	4.032	3.952	3.876	3.804	3.734	3.667	3.603	3.541
1.10	4.745	4.641	4.542	4.449	4.360	4.275	4.194	4.116	4.042	3.971	3.902
1.20	5.198	5.082	4.972	4.869	4.770	4.676	4.587	4.501	4.419	4.340	4.265
1.30	5.654	5.526	5.405	5.291	5.182	5.079	4.981	4.887	4.798	4.711	4.629
1.40	6.114	5.974	5.841	5.716	5.598	5.485	5.378	5.275	5.178	5.084	4.994
1.50	6.579	6.425	6.280	6.144	6.015	5.893	5.776	5.665	5.560	5.458	5.361
1.60	7.049	6.880	6.723	6.575	6.435	6.303	6.177	6.057	5.943	5.834	5.729
1.70	7.522	7.340	7.169	7.009	6.858	6.715	6.580	6.451	6.329	6.211	6.099
1.80	8.001	7.803	7.619	7.446	7.284	7.131	6.985	6.847	6.716	6.590	6.470
1.90	8.484	8.271	8.072	7.886	7.712	7.584	7.393	7.245	7.105	6.971	6.843
2.00	8.973	8.743	8.529	8.330	8.144	7.968	7.802	7.645	7.496	7.353	7.217
2.10	9.466	9.219	8.990	8.777	8.578	8.391	8.214	8.047	7.888	7.737	7.593
2.20	9.965	9.700	9.455	9.228	9.015	8.965	8.628	8.451	8.283	8.123	7.970
2.30	10.47	10.19	9.924	9.682	9.456	9.244	9.045	8.857	8.679	8.510	8.349
2.40	10.98	10.68	10.40	10.14	9.899	9.675	9.464	9.266	9.078	8.899	8.730
2.50	11.50	11.17	10.87	10.60	10.35	10.11	9.886	9.676	9.478	9.290	9.112
2.60	12.02	11.67	11.36	11.07	10.80	10.55	10.31	10.09	9.880	9.683	9.495
2.70	12.55	12.18	11.84	11.53	11.25	10.98	10.74	10.50	10.28	10.08	9.880
2.80	13.08	12.69	12.33	12.01	11.71	11.43	11.17	10.92	10.69	10.47	10.27
2.90	13.62	13.21	12.83	12.48	12.17	11.87	11.60	11.34	11.10	10.87	10.66
3.00	14.17	13.73	13.33	12.97	12.63	12.32	12.03	11.76	11.51	11.27	11.05
3.10	14.73	14.26	13.84	13.45	13.10	12.77	12.47	12.19	11.92	11.67	11.44
3.20	15.30	14.80	14.35	13.94	13.57	13.23	12.91	12.62	12.34	12.08	11.83
3.30	15.87	15.34	14.86	14.44	14.05	13.69	13.36	13.05	12.76	12.48	12.23
3.40	16.45	15.89	15.39	14.94	14.53	14.15	13.80	13.48	13.18	12.89	12.63
3.50	17.04	16.44	15.91	15.44	15.01	14.61	14.25	13.91	13.60	13.30	13.02
4.00	-	19.34	18.65	18.04	17.49	17.00	16.55	16.13	15.74	15.39	15.05

过热蒸气密度表 (Kg/m3)